

PENGARUH ABU VULKANIK GUNUNG SINABUNG DAN BATUAN FOSFAT DALAM BENTUK NANOPARTIKEL TERHADAP RETENSI P, DELTA pH, DAN KEJENUHAN BASA PADA ANDISOLS CIATER, JAWA BARAT

(The Effect of Sinabung Volcanic Ash and Phosphate Rock in Nanoparticle Form on P-Retention, Delta pH and Base Saturation on Ciater's Andisols, West Java)

Mahfud Arifin¹, Anni Yuniarti¹, Dewi Dahliani²

¹Staf Pengajar Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

²Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Jatinangor Km. 21 Jatinangor, Sumedang-Jawa Barat 45363,

Telp. 022-7796316, Fax. 022-7796316,

e-mail: dahlianidewi@gmail.com

ABSTRACT

Andisols is a soil that develops from pyroclastic materials of volcanic eruption with the high P-Retention (85% or more). The aim of this research was to know the effect between the ameliorant of Sinabung volcanic ashes with the ameliorant of phosphate rock in nanoparticle form towards the P-retention, Delta pH and the base saturation on Ciater's Andisols, West Java. A Randomized Completely Block Design as factorial with two factors was used in this research. The first factor was the volcanic ash and the second factor was phosphate rock which consisted of four levels each amount of 0%, 2.5%, 5%, 7.5% with three replications. The result of this research showed that there was an interaction between the giving of volcanic ashes and the phosphate rock in nanoparticle form on the delta pH with the base saturation in the 1st month and also there was an independent effect on the P-retention with the base saturation in the 4th month. Combination of volcanic ashes with phosphate rock in nanoparticle form which is the dose combination of 2,5% each increased the delta pH in the 4th month incubation. The dose combination of volcanic ashes 7,5% with phosphate rock 5% increased the base saturation in the 1st month incubation. Volcanic ashes and phosphate rock each 7,5% decreased the P-Retention in the 1st month incubation.

Keywords: Allophane, Andisols, Phosphate rock, Volcanic ashes

PENDAHULUAN

Andisols merupakan tanah yang berkembang dari bahan piroklastik hasil erupsi gunung berapi berupa bahan-bahan vulkan

seperti tuff, abu, dan gelas vulkan sebagai bahan induk Andisols. Luas sebaran Andisols di Indonesia yakni mencapai sekitar 5.836 juta ha atau 3,4% dari daratan Indonesia dan di

Jawa Barat memiliki luas sekitar 500.000 ha (Puslitbangtanak, 2001).

Secara fisik, Andisols dicirikan dengan struktur yang remah, konsistensi yang gembur, ringan, licin (*mealy*), memiliki kapasitas menahan air dan porositas yang tinggi, serta bersifat *irreversible drying*. Andisol memiliki sifat andik yaitu mengandung C-organik kurang 25%, bobot isi 0,90 g cm⁻³ atau kurang, retensi fosfat 85% atau lebih besar dan kandungan Al + ½ Fe (dengan amonium oksalat) 2,0% atau lebih besar (*Soil Survey Staff*, 2014).

Andisols memiliki potensi besar sebagai lahan pertanian, namun retensi P yang tinggi yakni mencapai 85% atau lebih besar menjadi permasalahan utama, sehingga ketersediaan fosfor bagi tanaman rendah. Hal ini disebabkan karena Andisols didominasi oleh mineral non kristalin atau amorf yaitu alofan, imogolit dan ferihidrit, sehingga unsur P dijerap oleh mineral-mineral liat amorf tersebut.

Retensi P dapat dikurangi dengan memblok muatan positif tanah dengan anion bervalensi tinggi seperti silikat, fosfat dan bahan organik (Qafuku *et al.*, 2004). Abu vulkanik merupakan salah satu mineral dengan kandungan silika tinggi. Menurut Rosmarkam dan Yuwono (2002), Si (silikat) mampu menggantikan unsur P dari kompleks pertukaran sehingga ketersediaan P meningkat dan tersedia bagi tanaman. Berdasarkan penelitian Nakada dan Yoshimoto (2014), menyatakan kandungan silika dalam abu vulkanik sinabung adalah 58,10%.

Abu vulkanik berasal dari gunung api aktif, salah satunya ialah

Gunung Sinabung. Gunung Sinabung merupakan gunung api bertipe strato di Kabupaten Karo, Sumatera Utara, yang tercatat kembali aktif sejak 2010 di Indonesia. Abu vulkanik yang dalam penelitian ini merupakan hasil erupsi Gunung Sinabung pada Januari 2016, sehingga diharapkan kandungannya masih segar dan minim kontaminan. Selain itu, hal ini juga didasari bahwa semakin ke barat gunung api semakin tidak aktif dan bahan vulkaniknya memiliki kandungan Si rendah. Mayoritas gunung api di bagian timur bersifat lebih masam dan mengandung Si yang lebih tinggi sehingga lebih bagus untuk dimanfaatkan sebagai amelioran.

Batuan fosfat (*rock phosphate*) adalah sejenis batuan alami yang mengandung fosfat dalam jumlah yang nyata. Batuan fosfat ini terbentuk secara alami yang disebut mineral apatit. Binh (2002) menjelaskan bahwa kandungan P₂O₅ batuan fosfat alam berkisar antara 15,07-36,09%. Penambahan batuan fosfat sebagai sumber P dapat menghambat retensi P dan menambah pasokan unsur P dalam tanah, sehingga P akan tersedia untuk tanaman.

Andisols merupakan tanah yang memiliki muatan variabel. Tanah akan bermuatan positif jika kondisi pH asam dan akan bermuatan negatif jika kondisi pH basa. Nilai ΔpH (pH H₂O-pH KCl) merupakan gambaran suatu tanah bermuatan variabel. Tanah bermuatan variabel diketahui dari nilai ΔpH yaitu diantara positif 0,5 sampai negatif 0,5. Pada Andisols, tanah yang bermuatan variabel diharapkan memiliki nilai delta pH mendekati

positif karena apabila nilai delta pH positif maka pH bersifat basa, sehingga tanah memiliki kapasitas yang tinggi untuk mengikat kation.

Menurut Nursyamsi dan Suprihati (2005) Andisols mempunyai kejenuhan basa yang rendah karena tanah ini bersifat masam. Nilai kejenuhan basa berhubungan erat dengan pH dan tingkat kesuburan tanah. Kemasaman akan menurun dan kesuburan akan meningkat dengan meningkatnya kejenuhan basa. Namun demikian, pada Andisols seringkali tidak ada hubungan positif antara pH dengan kejenuhan basa.

Aplikasi amelioran abu vulkanik dan batuan fosfat diberikan dalam bentuk nanopartikel. Nanopartikel adalah partikel koloid atau dispersi partikel yang diukur dalam skala nanometer ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$). Ukuran partikel nano sangat kecil, sehingga luas permukaannya sangat tinggi. Menurut Uyeda (1991), perubahan bentuk suatu materi ke dalam ukuran nano akan mengubah karakteristik sifat fisik, kimia, biologi dan aktifitas katalitik dari materi tersebut, sehingga akan lebih reaktif dan mampu bekerja secara spesifik.

Berdasarkan permasalahan dan solusi tersebut, pemberian amelioran abu vulkanik dan batuan fosfat dalam bentuk nano diharapkan dapat menurunkan retensi P, meningkatkan ΔpH dan kejenuhan basa pada Andisols.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

dari bulan Oktober 2016 sampai dengan Maret 2017. Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah abu vulkanik (A) dan faktor kedua adalah batuan fosfat (B), masing-masing terdiri dari empat taraf faktor dengan dosis 0% (0 g); 2,5% (25 g); 5% (50 g); dan 7,5% (75 g) yang diukur berdasarkan % bobot tanah dan diulang sebanyak tiga kali. Total seluruh percobaan adalah $(4 \times 4) \times 3 = 48$ satuan percobaan. Uji beda rata-rata menggunakan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Persiapan bahan amelioran berupa penghalusan abu vulkanik dan batuan fosfat untuk menghasilkan bentuk nanopartikel (10^{-9} m) dilakukan di Pusat Riset Institusi Nanoteknologi dan Graphene Universitas Padjadjaran. Setelah itu, amelioran sesuai dosis dicampurkan ke dalam sampel tanah sebanyak 1 kg dan diaduk merata. Media diinkubasi selama 4 bulan dan dilakukan analisis setiap sampel tanah pada bulan ke-1 dan ke-4. Parameter yang dianalisis adalah retensi P, ΔpH , dan kejenuhan basa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Retensi P

Perubahan nilai retensi P pada Andisols Ciater akibat pemberian amelioran abu vulkanik dan batuan fosfat dalam bentuk nanopartikel dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh abu vulkanik dan batuan fosfat dalam bentuk nanopartikel terhadap retensi P inkubasi bulan ke-1 dan ke-4.

Perlakuan	Retensi P (%)	
Abu vulkanik (A)	Bulan 1	Bulan 4
a ₀ (Tanpa abu vulkanik/kontrol)	80,97 a	90,99 a
a ₁ (Abu vulkanik 2,5% dari berat tanah)	75,90 ab	91,73 a
a ₂ (Abu vulkanik 5% dari berat tanah)	76,19 ab	89,73 a
a ₃ (Abu vulkanik 7,5% dari berat tanah)	71,49 b	89,61 a
Batuan fosfat (B)	Bulan 1	Bulan 4
b ₀ (Tanpa batuan fosfat/kontrol)	81,20 a	92,94 a
b ₁ (Batuan fosfat 2,5% dari berat tanah)	76,47 ab	92,00 a
b ₂ (Batuan fosfat 5% dari berat tanah)	75,26 ab	82,37 b
b ₃ (Batuan fosfat 7,5% dari berat tanah)	71,63 b	88,76 b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%

Berdasarkan Tabel 3, menunjukkan bahwa hasil terbaik terlihat pada perlakuan dengan dosis abu vulkanik dan batuan fosfat masing-masing 7,5% dengan nilai 71,49% dan 71,63%. Nilai ini mengalami penurunan jika dibandingkan dengan retensi P hasil analisis awal tanah yaitu sebesar 95%. Penurunan retensi P disebabkan oleh afinitas anion P pada permukaan alofan yang menurun akibat pemberian abu vulkanik. Muatan positif pada alofan akan mengikat muatan negatif pada silikat yang lebih kuat dari abu vulkanik sehingga P akan terlepas karena memiliki muatan yang lebih rendah. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Silva (1971) yang menyebutkan bahwa anion silikat dapat membebaskan atau melepaskan anion P dari tapak jerapan.

Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (1991) menyatakan bahwa kuat atau lemahnya ion yang dijerap dalam tanah bergantung pada valensinya. Ion bervalensi lebih dari dua akan lebih kuat dijerap dari pada

ion bervalensi di bawah dua. Hal ini sejalan dengan abu vulkanik yang memiliki ion dengan valensi 4. Ion SiO_4^{4-} dengan muatan negatif bervalensi tinggi akan mensubstitusi ion negatif fosfat yaitu HPO_4^{2-} dan H_2PO_4^- yang terjerap oleh mineral liat non kristalin (Fiantis dkk., 2005).

Batuan fosfat juga dapat menurunkan retensi P dibulan ke-1 karena muatan negatif ion fosfat dapat memblok muatan positif mineral liat amorf pada Andisols. Selain itu, berdasarkan hasil analisis awal batuan fosfat mengandung total P_2O_5 sebesar 28,76% dan kadar P_2O_5 larut dalam asam sitrat 2% yaitu 21,87%. Kualitas batuan fosfat yang baik adalah yang mengandung total P_2O_5 lebih dari 20% dan mempunyai reaktivitas tinggi dengan kadar P_2O_5 larut dalam asam sitrat 2% yaitu lebih dari 6%.

Batuan fosfat mengandung P dan Ca tinggi dan bersifat *slow release* dalam penyediaan P, namun dengan bentuk nanopartikel membuat unsur tersebut mampu larut

lebih cepat. Penelitian yang dilakukan oleh Sinuhaji (2003) menunjukkan dengan meningkatnya P tersedia maka retensi P semakin menurun. Hal ini disebabkan semakin berkurangnya fosfat yang terikat oleh Al-OH_2^+ dan Fe-OH_2^+ di dalam tanah. Menurut Fox dan Searle (1996), jika tanah diberikan unsur P maka akan terjadi peningkatan proporsi P, karena fosfat yang teretensi pada tanah berada dalam keseimbangan dengan P di dalam larutan tanah sehingga akan mengurangi jumlah P yang teretensi.

Berdasarkan Tabel 1, pada bulan ke-4 terjadi peningkatan nilai retensi P dari bulan ke-1 sebesar 10-15%. Pemberian abu vulkanik pada semua taraf dosis memberikan hasil yang tidak berbeda nyata, sedangkan pemberian batuan fosfat dengan dosis 5% dan 7,5% memberikan hasil berbeda nyata dengan kontrol.

Menurut Devnita (2010) peningkatan nilai retensi P disebabkan tanah telah mengalami kejenuhan akibat pemberian amelioran, sehingga kemampuan alofan, imogolit dan ferihidrit kembali tinggi untuk meretensi P. Abu vulkanik dan batuan fosfat sudah tidak mampu lagi memperkecil retensinya akibat dari alofan yang kembali kuat untuk meretensi P. Di samping itu, peningkatan retensi P diduga disebabkan oleh bentuk nanopartikel pada amelioran abu vulkanik dan batuan fosfat. Ukuran yang sangat halus dan luas permukaan tinggi membuat unsur tersebut setelah diaplikasikan ke tanah akan langsung bekerja secara reaktif. Hal ini

menyebabkan efektifitasnya tidak bertahan lama, sehingga akan terjadi peningkatan kembali retensi P atau dengan perkataan lain, bentuk nano akan mempercepat kelarutan.

Delta pH pada Inkubasi bulan ke-1 dan ke-4

Perubahan nilai ΔpH pada Andisols Ciater akibat pemberian amelioran abu vulkanik dan batuan fosfat dalam bentuk nanopartikel dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Pengaruh abu vulkanik dan batuan fosfat terhadap Δ pH inkubasi bulan ke-1.

Abu Vulkanik (A)	Batuan Fosfat (B)			
	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃
	Batuan Fosfat 0,0% / kontrol	Batuan Fosfat 2,5%	Batuan Fosfat 5,0%	Batuan Fosfat 7,5%
a ₀ (Abu vulkanik 0%)	0,27 a A	0,67 b B	0,63 a B	0,60 a B
a ₁ (Abu vulkanik 2,5%)	0,58 b A	0,56 ab A	0,60 a A	0,54 a A
a ₂ (Abu vulkanik 5%)	0,51 b A	0,45 a A	0,58 a A	0,60 a A
a ₃ (Abu vulkanik 7,5%)	0,55 b A	0,56 ab A	0,51 a A	0,56 a A

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama arah vertikal dan huruf besar yang sama arah horizontal berbeda tidak nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%

Tabel 3. Pengaruh abu vulkanik dan batuan fosfat terhadap delta pH inkubasi bulan ke-4.

Abu Vulkanik (A)	Batuan Fosfat (B)			
	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃
	Batuan Fosfat 0,0% / kontrol	Batuan Fosfat 2,5%	Batuan Fosfat 5,0%	Batuan fosfat 7,5%
a ₀ (Abu vulkanik 0%)	-0,02 a A	0,55 ab B	0,57 a B	0,73 a B
a ₁ (Abu vulkanik 2,5%)	0,49 b AB	0,89 b C	0,42 a A	0,79 a BC
a ₂ (Abu vulkanik 5%)	0,57 b A	0,73 ab A	0,69 a A	0,79 a A
a ₃ (Abu vulkanik 7,5%)	0,64 b A	0,46 a A	0,69 a A	0,56 a A

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama arah vertikal dan huruf besar yang sama arah horizontal berbeda tidak nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%

Berdasarkan Tabel 2, kombinasi perlakuan abu vulkanik dengan dosis 0% dan batuan fosfat dengan dosis 2,5% memberikan hasil terbaik yaitu sebesar 0,67. Hasil tersebut berbeda nyata dengan perlakuan kontrol yaitu tanpa pemberian abu vulkanik dan batuan fosfat yang menunjukkan hasil terendah dengan nilai 0,27. Berdasarkan Tabel 3, kombinasi perlakuan abu vulkanik dengan dosis 2,5% dan batuan fosfat dengan dosis 2,5% memberikan hasil terbaik yaitu sebesar 0,89. Hasil tersebut berbeda nyata dengan kontrol yaitu tanpa perlakuan yang menunjukkan hasil mencapai nilai minus yakni -0,02.

Berdasarkan Tabel 2 dan 3, terjadi interaksi antara abu vulkanik dan batuan fosfat terjadi secara tidak langsung. Abu vulkanik mengandung silikat yang berpengaruh pada sifat kimia Andisols. Selain itu, abu vulkanik juga mengandung Ca, Mg, K dan Na. Menurut hasil penelitian Sedyarso (1987) mineral tersebut berpotensi sebagai penambah cadangan mineral tanah, memperkaya susunan kimia dan memperbaiki sifat fisik tanah yang dapat digunakan sebagai bahan untuk memperbaiki tanah-tanah miskin hara atau tanah yang sudah mengalami pelapukan lanjut, sehingga batuan fosfat yang diaplikasikan ke tanah dapat bekerja efektif karena kondisi fisik tanah yang memadai.

Peningkatan ΔpH terjadi karena peningkatan pH tanah. Delta pH yang diharapkan dari Andisols yaitu meningkat karena apabila nilai ΔpH semakin jauh rentang nilainya maka tanah tersebut memiliki

kapasitas yang tinggi untuk mengikat kation. Abu vulkanik mampu memberikan banyak sumbangan ion OH^- pada Andisols sehingga pH tanah meningkat. Mukhlis (2009) menyatakan bahwa pengaruh silikat terhadap peningkatan pH Andisols yaitu ketika SiO_4^{4-} bereaksi dengan H_2O maka akan menghasilkan OH^- sehingga pH tanah meningkat.

Pengaruh batuan fosfat terhadap peningkatan pH disebabkan oleh penurunan konsentrasi ion H^+ di dalam tanah. Selain itu, abu vulkanik juga mengandung Ca, Mg, K dan Na yang merupakan basa-basa yang dapat meningkatkan pH tanah. Peningkatan pH tanah diakibatkan oleh meningkatnya ion-ion Ca^{2+} , K^+ , Na^+ dan Mg^{2+} .

Selain itu, tingkat kehalusan merupakan faktor penting terhadap efektivitas menurunkan retensi P dan meningkatkan pH tanah. Penggunaan abu vulkanik dan batuan fosfat nano yang berukuran super halus ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$) memiliki keunggulan lebih reaktif, langsung mencapai sasaran atau target. Oleh karena itu, penggunaan amelioran dengan dosis 2,5% sudah mampu memberikan pengaruh terhadap peningkatan ΔpH .

Kejenuhan Basa pada Inkubasi bulan ke-1 dan ke-4

a. Inkubasi bulan ke-1

Perubahan nilai kejenuhan basa inkubasi bulan ke-1 pada Andisols Ciater akibat pemberian amelioran abu vulkanik dan batuan fosfat dalam bentuk nanopartikel dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh Abu vulkanik dan batuan fosfat terhadap kejenuhan basa pada inkubasi bulan ke-1.

Abu Vulkanik (A)	Batuan Fosfat (B)			
	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃
	Batuan Fosfat 0,0% / kontrol	Batuan Fosfat 2,5%	Batuan Fosfat 5%	Batuan Fosfat 7,5%
a0 (Abu vulkanik 0%)	11,70 a A	17,97 a AB	24,11 a BC	30,75 a C
a1 (Abu vulkanik 2,5%)	16,62 a A	20,38 ab A	26,76 a AB	38,50 ab B
a2 (Abu vulkanik 5%)	30,15 b A	36,42 c A	35,46 a A	36,69 ab A
a3 (Abu vulkanik 7,5%)	21,17 ab A	31,88 bc A	55,73 b B	46,68 b B

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama arah vertikal dan huruf besar yang sama arah horizontal berbeda tidak nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%

Berdasarkan Tabel 4, menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan abu vulkanik dengan dosis 7,5% dan batuan fosfat dengan dosis 5% serta perlakuan abu vulkanik dan batuan fosfat dengan dosis masing-masing 7,5% memberikan nilai KB terbaik yaitu masing-masing sebesar 55,73% dan 46,68%. Nilai tersebut berbeda nyata dengan perlakuan kontrol yaitu tanpa abu vulkanik dan batuan fosfat yang menunjukkan nilai KB terendah yaitu sebesar 11,70. Secara umum, KB setelah inkubasi bulan ke-1 mengalami peningkatan bila dibandingkan dengan hasil analisis awal kejenuhan basa Andisols Ciater yaitu sebesar 9,83% yang termasuk dalam kategori sangat rendah.

Berdasarkan Tabel 4, terlihat adanya interaksi antara abu vulkanik dan batuan fosfat yang terjadi secara tidak langsung. Sama hal nya dengan delta pH, interaksi yang terjadi antara abu vulkanik dan batuan fosfat diakibatkan oleh kandungan silikat

dan basa-basa pada abu vulkan yang mempengaruhi sifat kimia Andisols yang berpotensi memperbaiki sifat fisik tanah, sehingga batuan fosfat yang diberikan ke tanah akan bekerja efektif karna kondisi tanah tersebut memadai.

Pemberian abu vulkanik meningkatkan KB karena berdasarkan analisis awal komposisi abu vulkanik mengandung basa-basa Ca^{2+} (9,62%), Mg^{2+} (3,23%), K^+ (1,54%), dan Na^+ (2,65%). Tingginya kandungan basa-basa tersebut akan meningkatkan juga Ca-dd, Mg-dd, K-dd dan Na-dd dalam tanah. Karmina (2009) menyatakan bahwa kation-kation basa yang terkandung dalam abu vulkanik dapat meningkatkan KB. Pada tanah, kation-kation basa tersebut terlarut dalam air atau terjerap oleh koloid tanah dan akan mengisi partikel tanah permukaan (Johnston dan Karamanos, 2005).

Batuan fosfat mudah larut pada kondisi masam, oleh karena itu

sangat sesuai apabila digunakan sebagai sumber P pada lahan kering masam (Sutriadi dkk., 2010) dan tanah Andisols Ciater memiliki sifat masam. Berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2012), fosfat alam juga mengandung hara Ca dan Mg cukup tinggi. Hal ini didukung oleh penelitian Binh (2002), komposisi kimia batuan fosfat diantaranya terdiri dari $\text{CaO}=24,68\text{-}52,01\%$ dan $\text{MgO}=0,05\text{-}12,70\%$. Oleh karena itu,

disamping dapat menurunkan kemasaman tanah juga mampu meningkatkan kejenuhan basa dalam tanah.

b. Inkubasi bulan ke-4

Perubahan nilai kejenuhan basa inkubasi bulan ke-4 pada Andisols Ciater akibat pemberian amelioran abu vulkanik dan batuan fosfat dalam bentuk nanopartikel dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh abu vulkanik dan batuan fosfat terhadap KB pada inkubasi bulan ke-4.

Perlakuan	Kejenuhan Basa (%)
Abu Vulkanik (A)	
a ₀ (Tanpa pemberian abu vulkanik/kontrol)	21,30 a
a ₁ (Pemberian abu vulkanik 2,5% dari berat tanah)	27,09 b
a ₂ (Pemberian abu vulkanik 5% dari berat tanah)	35,35 c
a ₃ (Pemberian abu vulkanik 7,5% dari berat tanah)	33,46 c
Batuan Fosfat (B)	
b ₀ (Tanpa pemberian Batuan Fosfat/kontrol)	22,00 a
b ₁ (Pemberian batuan fosfat 2,5% dari berat tanah)	28,25 b
b ₂ (Pemberian batuan fosfat 5% dari berat tanah)	32,05 c
b ₃ (Pemberian batuan fosfat 7,5% dari berat tanah)	34,63 c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%

Berdasarkan Tabel 5, terlihat bahwa pengaruh pemberian abu vulkanik dan batuan fosfat terhadap kejenuhan basa bulan ke-4 menunjukkan bahwa kedua perlakuan tersebut memberikan nilai yang berbeda nyata dengan kontrol. Perlakuan abu vulkanik dosis 5% dan 7,5% memberikan nilai KB tertinggi dengan nilai masing-masing sebesar 35,35% dan 33,46%, sedangkan kontrol memberikan hasil terendah yaitu sebesar 21,30%. Hal tersebut juga terjadi pada batuan fosfat, perlakuan dengan dosis 5% dan 7,5% memberikan nilai KB tertinggi yakni

sebesar 32,05% dan 34,63% dan yang terendah yaitu perlakuan kontrol dengan nilai 22,00%.

Secara umum, nilai KB pada inkubasi bulan ke-4 ini termasuk dalam kelas rendah dengan rata-rata nilai KB sebesar 29,30%. Hasil ini juga menunjukkan adanya penurunan nilai KB dibandingkan analisis Andisols pada inkubasi bulan ke-1, namun masih di atas nilai KB pada analisis awal Andisols yaitu sebesar 9,83%. Penurunan KB diakibatkan oleh menurunnya Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} , dan Na^{+} yang mengakibatkan kation

basa itu digantikan oleh hidrogen dan aluminium.

Penurunan kejenuhan basa pada bulan ke-4 juga diduga disebabkan oleh bentuk nanopartikel pada amelioran abu vulkanik dan batuan fosfat. Nanopartikel yang berukuran sangat halus membuat unsur tersebut akan langsung bekerja secara reaktif setelah diaplikasikan ke dalam tanah, namun diduga menyebabkan efektifitasnya tidak bertahan lama, sehingga hanya mampu meningkatkan KB hanya sampai bulan kesatu atau dengan dapat dikatakan bentuk nano akan membuat lebih cepat terlarut.

SIMPULAN

1. Terdapat interaksi antara pemberian abu vulkanik dan batuan fosfat dalam bentuk nanopartikel terhadap delta pH pada bulan ke-1 dan ke-4 dan kejenuhan basa pada bulan ke-1 serta terdapat pengaruh mandiri terhadap retensi P pada bulan ke-1 dan ke-4 dan kejenuhan basa pada bulan ke-4.
2. Kombinasi amelioran abu vulkanik dengan batuan fosfat dalam bentuk nanopartikel dengan masing-masing dosis 2,5% dapat meningkatkan delta pH sebesar 0,89 pada inkubasi bulan ke-4. Kombinasi dosis abu vulkanik 7,5% dengan batuan fosfat 5% mampu meningkatkan kejenuhan basa menjadi sebesar 55,73% pada inkubasi bulan ke-1.
3. Abu vulkanik dan batuan fosfat dengan masing-masing dosis 7,5% mampu menurunkan retensi P menjadi sebesar 71% pada inkubasi bulan ke-1.

SARAN

1. Diperlukan penelitian lanjutan dengan berbagai ukuran butir partikel pada amelioran abu vulkanik dan batuan fosfat.
2. Diharapkan penelitian lanjutan untuk mengetahui respon pertumbuhan tanaman terhadap pemberian abu vulkanik dan batuan fosfat dalam bentuk nanopartikel pada Andisols Ciater, Jawa Barat.

DAFTAR PUSTAKA

- Binh, T. 2002. Standar Characterization of Phosphate Rock Samples from the FAO/IAEA Phosphate Project. International Atomic Energy Agency (IAEA). IAEA-TECDOC-1272.
- Devnita, R. 2010. Pengaruh Berbagai Bahan Amelioran terhadap pH₀, Retensi P, dan KTK Pada Beberapa Andisol di Jawa Barat. Universitas Padjadjaran. [Tidak Dipublikasikan].
- Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. 1991. Kesuburan Tanah. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
- Fiantis, D.N., Hakim, and E. Van Ranst. 2005. Properties and Utilization of Andisols in Indonesia. JIFS 2:29-37.
- Fox, R.L., and P.G.E. Searle. 1996. Phosphate Adsorption by Soil of the Tropics. In Strategies Research in Integrated Nutrient Management Co-

- urse. Int. Rice Res Los Banos, Philippines.
- Johnston, A., and R. Karamanos. 2005. Base Saturation and Basic Cation Saturation Ratios-How Do They Fit in Northern Great Plains Soil Analysis? In News & Views. PPI & PPIC.
- Karmina, R. 2009. Pengaruh Pemberian Kompos Teh dan Abu Vulkanik terhadap Pembentukan Agregat Tanah P samment dan Biomasa Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang.
- Nakada, S., M. Yoshimoto, F. Maeno, M. Iguchi, A. Zaenudin, and M. Hendrasto. 2014. Recent Two Distinct Eruptions at Sinabung and Kelud, Indonesia. Abstract V33E-06. San Francisco. California.
- Nursyamsi, D., dan Suprihati. 2005. Sifat-Sifat Kimia dan Mineralogi Tanah serta Kaitannya dengan Kebutuhan Pupuk untuk Padi (*Oryza sativa*), Jagung (*Zea mays*) dan Kedelai (*Glycine max*). Buletin Agronomi. 33 (3) : 40-47.
- Puslitbangtanak. 2001. Atlas Sumberdaya Tanah Indonesia Tingkat Eksplorasi, Skala 1 : 1.000.000. Puslitbangtanak, Bogor.
- Qafuku, N., Van Ranst, E., Noble, A., and Baert, G. 2004. Variable Charge Soils: Their Mineralogy, Chemistry and Management. Advances in Agronomy, 84:157-213.
- Rosmarkam, A., dan N.W. Yuwono. 2002. Ilmu Kesuburan Tanah. Kanisius, Yogyakarta.
- Silva, J.A. 1971. Possible Mechanism for Crops Response to Silicate Application. Proc. of the International Symposium on Soil Fertility. New Delhi. 1: 805-814.
- Sinuhaji, E.Y.A., 2003. Pengaruh Pemberian Pupuk SP-36 dan Lamanya Inkubasi terhadap Ketersediaan P pada PMK Bangun Purba Kab. Mandailing Natal. Skripsi Fakultas Pertanian USU, Medan.
- Soil Survey Staff. 2014. Keys to Soil Taxonomy. Twelfth Edition. USA: USDA Natural Resource Conservation Service.
- Soediyarso, M., dan S. Suping. 1987. Pengaruh Abu Galunggung terhadap Tanah Pertanian. Bogor: Pusat Penelitian Tanah.
- Sutriadi, M.T., S. Rochayati, dan A. Rachman. 2010. Pemanfaatan Fosfat Alam Ditinjau dari Aspek Lingkungan. Balai Penelitian Tanah. Departemen Pertanian.
- Uyeda, R. 1991. Progress in Material Science. Jurnal Nano Technol 35:1-96.